Zur Stratigraphie und Tektonik der Gosauschichten

Von Othmar Kühn, Wien

(Vorgelegt in der Sitzung vom 23. Jänner 1947)

I. Einleitung.

Die Gosauschichten, ursprünglich als einheitliches Schichtglied betrachtet, haben durch neuere tektonische Untersuchungen an Bedeutung gewonnen. Man hat nach ihnen vor- und nachgosauische Gebirgsbildung unterschieden. Ich habe schon vor längerer Zeit darauf hingewiesen, daß auch innerhalb der Gosauzeit Bodenbewegungen stattgefunden haben mußten, da in manchen Gebieten in verschiedenen Horizonten gleiche, andererseits in gleichen Horizonten verschiedene Sedimente auftreten. Brinkmann hat die innergosauischen Bewegungen in das Schema Stilles zu stellen versucht. Er wurde aber dabei durch denselben Fehler behindert, dem alle Forscher vor ihm verfallen waren: daß sie nämlich glaubten, eine für alle Gosauvorkommen gültige Schichtfolge aufstellen zu können. Eine solche gibt es nicht. Die Bodenbewegungen waren oft nur von lokaler Bedeutung und haben dadurch auch die Schichtfolge beeinflußt und abgeändert. Diese Erkenntnis beruht auf paläontologischen und stratigraphischen Arbeiten, die zum größten Teile vor dreißig Jahren durchgeführt wurden, aber durch zweimaligen Kriegsdienst, abschlußreifere Arbeiten und Überlastung mit schweren Berufsarbeiten unterbrochen wurden. Ihre Ergebnisse haben durch mündliche Mitteilungen, Vorträge und kurze Bemerkungen in anderen Arbeiten zum Teil bereits Eingang in die Literatur gefunden, wurden zum Teil mißverstanden und falsch weitergegeben. Dies ist der Hauptgrund, warum jetzt eine kurze, natürlich unvollständige Darstellung erfolgt. Nach Klärung einiger noch offener Fragen soll eine ausführliche Darstellung der paläontologischen Grundlagen sowie der regionalgeologischen Ergebnisse erfolgen.

II. Der Fossilinhalt.

Die Bearbeitungen der wichtigsten Gosaufossilien stammen größtenteils aus der Mitte des vorigen Jahrhunderts, sind daher heute überholt; manche Gruppen wurden bis heute noch nicht bearbeitet. Die Überprüfung der früheren und der zahlreichen neuen Funde stellte daher eine wichtige Aufgabe dar.

1. Foraminiferen[1].

Im Becken von Grünbach tritt die Zone von Orbitoidenkalk morphologisch als eine Reihe von kleinen Hügeln hervor. Die darin enthaltenen Foraminiferen wurden als Orbitolites (noch 1941!), auch Orbitulites bezeichnet, erst von Douvillé als Orbitoiden erkannt und bis heute nicht artlich bestimmt. Die Kalke zeigen sich ganz erfüllt mit den etwa 6 mm langen Gehäusen von

Orbitella tissoti Schlbg.,

einer Art, die bisher nur aus dem früher für Campan gehaltenen unteren Maestricht von Algerien und Tunesien bekannt ist.

Haplophragmium grande Reuss, eine Art, die auch in den Pattenauer Mergeln auftritt und von mir aus der helvetischen Kreide von Mattsee nachgewiesen wurde, tritt nach Petrascheck, 1941, S. 9, in der Grünbacher Mulde an der Oberkante des Orbitoidensandsteins besonders häufig auf. Ich fand sie auch häufig in den untersten Lagen des Inoceramenmergels.

In den Nierentaler Mergeln der Gegend von Windischgarsten (nahe der Panholzmauer) wurde u. a.

Globotruncana linnéi d'Orb. *var.* mit einem Kiel

nachgewiesen, eine Varietät, die für Maestricht bezeichnend ist.

In zwei Proben aus den grauen Inoceramenmergeln von Grünbach, die eine östlich vom Segen-Gottes-Schacht, die andere genau nördlich vom Ort, nahe der Basis der Schichten entnommen, fanden sich merkwürdigerweise Foraminiferen des Santon mit solchen des Maestricht zusammen, und zwar u. a.

Globotruncana linnéi d'Orb *var.* mit einem Kiel (Maestricht)
Globotruncana stuarti J. de Lapp.
Rzehakina epigona (Rzehak)
Reussia spinulosa (Reuss)
Bolivinoides draco Marsson

[1] Nach Bestimmungen von Herrn Dr. P. Marie in Paris, für die ich auch hier herzlichst danke.

ferner:

Globotruncana linnéi d'Orb. *var.* mit zwei breiten Kielen und flachen Seiten (Santon)

Gümbelina pulchra Brotzen

Stensiöina aff. excolata Cushm.

Da der Erhaltungszustand aller Foraminiferen gleich ist (Schale umkristallisiert und ganz durchsichtig) und Campanarten vollständig fehlen, läge die Vermutung eines Überdauerns der Santonformen in einem abgeschlossenen Becken bis ins Maestricht nahe. Ich bin aber trotzdem der Meinung, daß es sich um aufgearbeitete Santonformen handelt, die später durch das gleiche diagenetische Schicksal (Anchimetamorphose nach Harrassowitz) die gleiche Feinstruktur annahmen. Dafür spricht, daß auch die Orbitoiden des unterlagernden Orbitoidensandsteins die gleiche Feinstruktur zeigen[2].

2. Korallen

sind trotz der eingehenden Bearbeitungen durch Reuss, Felix und Oppenheim nicht feinstratigraphisch zu verwerten, weil die Horizonte innerhalb der Gosauserie fast nie angegeben wurden. Jedenfalls sind aber die alten Schlüsse aus den angeblichen Übereinstimmungen Reussscher Bestimmungen mit Vorkommen im südfranzösischen Turon und im bayrischen Cenoman hinfällig.

Nach Petrascheck 1941 sind kleine Cycloliten der *undulatus*gruppe in gewissen Zonen angehäuft und Kossmat sprach bei seiner Aufnahme des Kartenblattes Wiener-Neustadt von Cyclolitenhorizonten. Daß *Stenosmilia tenuicosta* in der Einöd, der Neuen Welt und bei St. Gilgen nur im Obercampan auftritt, mag vielleicht auf faziellen Einflüssen beruhen. Vielleicht wird auch die im Gange befindliche Neuuntersuchung der französischen Senonkorallen verwertbare Anhaltspunkte für eine Feinstratigraphie liefern.

3. Bryozoen.

Gosaubryozoen sind selten und bis auf einige Beschreibungen von Reuss, Voigt und Klinghardt fast unbekannt. Obwohl sie nach den Untersuchungen englischer Forscher und Voigts

[2] Einige andere Foraminiferen wurden kürzlich durch Klinghardt und Wicher bekannt. Es ist keine Frage, daß sie, bis eine genügende Zahl von Bestimmungen vorliegt, eine große Rolle bei der Verfolgung der Mergelhorizonte spielen werden.

stratigraphisch sehr wertvoll wären, sind sie daher nicht verwendbar.

4. Brachiopoden.

Obwohl recht selten, sind sie vielleicht doch, da sie nur in gewissen Zonen auftreten, verwertbar. Von den häufigeren tritt *Kingena caroli magni* Bittner (= *Waldheimia tamarindus* Suess non Sowerby) mehr in tieferen Horizonten (Glanegg, Goiserberg, Wolfschwang, Traunwand, Abtenau) auf, *Rhynchonella difformis* Lam. (= *Rh. compressa* bei Suess usw.) mehr in höheren (verschiedene Teile des Beckens von Gosau, Abtenau, Piesting, Grünbach, Starhemberg, Adrigan, oberhalb Frankenhof, Stollhof, SW Strelzhof, NW-Fuß des Tonion, Kammbühel bei St. Lorenzen) auf.

5. Echiniden.

Ich mußte mich leider trotz vielfacher Bemühungen überzeugen, daß die Gosauseeigel fast durchwegs zu schlecht erhalten sind, um eine halbwegs sichere Bestimmung zu gewährleisten. So halte ich heute auch die Bestimmungen von Lambert 1907, 1913 und von mir nicht für verläßlich genug, um die betreffenden Horizonte einwandfrei zu sichern.

6. Lamellibranchiaten.

Die Zittelsche Bearbeitung ist sehr veraltet; er suchte begreiflicherweise möglichst viele Formen mit bereits bekannten zu identifizieren. Da die mediterranen Oberkreidefaunen damals noch nicht bekannt waren, kam er auf Arten des böhmisch-sächsischen Turons und selbst des Cenomans. Eine begonnene Revision zeigte, daß diese Identifizierungen durchwegs falsch sind. So kommen *Exogyra columba, Cardium productum* u. v. a. überhaupt nicht vor.

Von stratigraphischem Interesse sind besonders die *Inoceramen*, die bereits von Petrascheck 1906 revidiert wurden; inzwischen wurden aber zahlreiche weitere Formen aufgefunden. Ihre Neubearbeitung wird durch den Wirrwarr der vielen von Heinz genannten, aber nicht beschriebenen Arten und „Gattungen" sowie durch das Nichterscheinen der Arbeit über die Inoceramen von Maestricht von L. Riedel, die bis auf die Abbildungen bei seinem Tode fertig war, gehemmt. Auf jeden Fall kommen die früher oft genannten Arten *I. crippsi* Mantell (Cenoman), *I. lamarcki* Park (Turon), *I. cuvieri* Sow. (Turon) in den Gosau-

schichten nicht vor. Dagegen wurden bisher von bekannten Arten bestimmt: *I. balticus* Boehm, *I. cf. cordiformis* Sow., *I. decipiens* Zittel, *I. felixi* Petr., *I. inconstans* Woods, *I. muelleri* Petr., *I. patootensis* Lor. *var.*, *I. percostatus* Mueller (nicht identisch mit *I. lamarcki var. websteri*, wie Woods behauptet), *I. salisburgensis* Fugger & Kastner, *I. cf. undulato-plicatus* Römer, *I. zitteli* Petr. Die Arten des Campans und Maestricht stimmen fast durchwegs mit solchen des Flysch und der helvetischen Kreide überein, auch von Flyschinoceramen wurden in Wiener Sammlungen mehr Exemplare vorgefunden, als bisher bekannt waren. Leider treten die Inoceramen immer nur vereinzelt auf, so daß es immer ein Glücksfall ist, wenn man in einem Profil einen Mergelhorizont mit ihrer Hilfe bestimmen kann. Bei den vielen Störungen, die alle Gosauvorkommen durchsetzen, reicht die Horizontierung dann nicht weit.

Weit größere Bedeutung als Leitfossilien, wohl die größte unter allen Gosaufossilien haben die Rudisten. Bereits Felix hat hier Rudistenhorizonte unterschieden, dabei aber einen folgenschweren Fehler gemacht. Er stellte nämlich ein eigenes „unterstes Hippuritenriff bei Grünbach" mit *Hippurites gosaviensis* Douv. auf. Da das vermeintlich nächsthöhere Rudistenriff tatsächlich dem Coniac angehört, stellte er dieses unterste ins Angoum. Damit hat er gleich zwei Irrtümer verschuldet: die Vertretung des Oberturons in den Gosauschichten und das Auftreten von *H. gosaviensis* im Oberturon[3]. Ich habe die von Felix dabei gemeinte und mir persönlich genau beschriebene Lokalität 1930 besucht. Doch sind die Verhältnisse in der ganzen Grünbacher Mulde, an vielen Stellen am Südfuß der Hohen Wand, am schönsten aufgeschlossen aber am Burgfelsen von Starhemberg, die gleichen. Dort liegt direkt über Trias das von Felix erwähnte Basalriff, nicht nur mit *H. gosaviensis*, sondern auch mit *H. boehmi, sulcatus* und *tirolicus*. Nur gehört es nach dieser Vergesellschaftung und der ganzen darüber folgenden Serie nicht dem Angoumien an, sondern dem Obersanton, das hier unzweifelhaft über Trias transgrediert. Das unterste Rudistenriff

[3] Das hat allerdings bereits Douvillé behauptet, aber Douvillé ließ *H. gosaviensis* überhaupt nur im Oberturon leben. Leider strotzt die grundlegende Arbeit Douvillés von stratigraphischen Irrtümern, besonders bezüglich der Gosau. So behauptet er S. 29, daß die Inoceramenmergel dem Santon angehörten, S. 196, daß *H. gosaviensis* unter Mergeln mit *Mortoniceras texanum* läge, dann stützt er sich darauf, daß *H. gosaviensis* auch in Frankreich im Oberturon aufträte. Sein *H. gosaviensis* aus Bugarach ist aber eine offensichtlich deutlich unterschiedene Art, mehr als doppelt so groß, mit weit enger gestellten Pfeilern und ganz anders gestellten Zähnen und Muskelapophysen. *H. boehmi* und *H. sulcatus*, die fast immer mit *H. gosaviensis* zusammen auftreten, kommen nach Douvillé im Obersanton und Untercampan vor.

Felix', damit die Vertretung des Turons in den Gosauschichten und das Auftreten von *H. gosaviensis* im Oberturon sind daher zu streichen[4].

Als sichergestellt und leicht verfolgbar erscheinen mir nur folgende Rudistenhorizonte:

a) Der unterste, mit *Hippurites exaratus* Zittel (nicht identisch mit *H. colliciatus* Woodward), *H. felixi* Kühn (= *H. cf. oppeli* Felix non Douvillé; Felix 1908, S. 324, Taf. 25, Fig. 9, Arttypus in der Sammlung Felix, Nr. 3841, Geolog. Institut der Universität Leipzig) und *Radiolites styriacus* Zittel (non Klinghardt). Er folgt beim Kleiner, NE Windischgarsten, direkt über einer Basalbreccie von Hauptdolomit und ist überlagert von Mergeln mit *Mortoniceras texanum var. quinquenodosum* Rdtb. Er findet sich ferner in der Laussa, im Waaggraben bei Hieflau und im Riff Brein-Stöckel-Horneck des Beckens von Gosau (hier nach Weigel mittlere Gosau, in Wirklichkeit untere). Da *Mortoniceras texanum* dem Austin chalk, also dem unteren Santon angehört, ist dieser Horizont wohl ins Oberconiac zu stellen.

b) Das Hauptriff mit *H. gosaviensis* Douv., *H. boehmi* Douv., *H. sulcatus* Defr., *H. tirolicus* Douv. u. v. a. Es bildet in der Brandenberger Gosau, am Wolfgangsee und im Becken von Gosau deutliche Stufen, folgt aber in der Neuen Welt und Grünbacher Mulde unmittelbar über Trias. Da es nur wenig direkte Vergleiche mit der französischen Oberkreide gibt, habe ich bezüglich des Alters noch 1932 zwischen Obersanton und Untercampan geschwankt, auch das Auftreten in beiden Horizonten als möglich

[4] Ich muß hier einen Irrtum Weigels berichtigen, der auf eine mißverstandene Mitteilung von mir zurückgeht. Wenn er nämlich 1937, S. 19 meine Verbreitungsangaben im Fossilium Catalogus bezweifelt, vergißt er nur hinzuzufügen, daß ich selbst ihm die Richtigstellungen mitgeteilt hatte. Das beweisen seine Bemerkung „das Hinabreichen des *Hippurites gosaviensis* Douv. ins Oberturon, das meines Wissens auf Grund seiner angeblich sehr tiefen stratigraphischen Lage im Becken von Gosau angenommen wurde" und seine Tabelle, in der er diese Art im oberen Angoum, Coniac, Untersanton, Obersanton und Untercampan auftreten läßt. Denn für das Becken von Gosau wurde ein Herabreichen des *H. gosaviensis* ins Oberturon von Douvillé nicht angenommen, dieser läßt vielmehr die Art nur für das Oberturon gelten. Ein Herabreichen nimmt Felix an, aber nicht auf Grund seines Verhaltens im Becken von Gosau, sondern in jenem von Grünbach, das von ersterem, wie wir noch sehen werden, grundverschieden ist. Dies zeigt aber, daß Weigel die Richtigstellung nicht auf Grund eigener Erkenntnis (die nur in der Grünbacher Mulde zu gewinnen war). noch aus der Literatur gewonnen hat, sondern aus meiner brieflichen Mitteilung, in der ich nur die Beschränkung des *H. gosaviensis* auf das Obersanton feststellte, ebenso wie das Fehlen des Turons, aber ohne Begründung.

betrachtet. 1933 habe ich auf Grund eingehender Vergleiche Obersantonalter angenommen und es seither so eingestuft.

c) Kein Riff, sondern häufige Einzelexemplare von *H. oppeli* Douv. s. s., (also ohne die von mir abgetrennten Formen des Oberconiac und Obersantons, vgl. Kühn, Rudisten von Griechenland) finden sich in weichen, gelben Mergeln mit *Stenosmilia tenuicosta* und einer reichen Kleinfauna, z. B. bei der Haltestelle Billroth unweit St. Gilgen, an mehreren Stellen des Beckens von Gosau, in der Neuen Welt und in der Einöd bei Baden.

d) Ein Riff von *H. atheniensis* Ktenas, *H. cornu-vaccinum* Bronn, *H. gaudryi* Douv., *H. taburni* Douv. u. a. findet sich wohlerhalten am Untersberg bei Wolfschwang, im Kainachbecken (*H. giganteus* Schmidt = *H. atheniensis, H. colliciatus* Schmidt = = *H. heritschi* nov. spec.) bei St. Johann am Bachern, ferner undeutlich ausgeprägt an manchen Stellen des Beckens von Gosau[5]. Dieses Riff ist sicher zeitlich verschieden von den anderen, es gehört dem Untersanton an[6] [7].

Man wird sich wundern, daß die vielzitierte Art *Radiolites angeiodes* hier nicht aufscheint. Aber unter diesem Namen gehen mindestens drei verschiedene Arten, von denen keine einzige ganz mit der französischen Art übereinstimmt. Eine dieser Arten bildet bei der Haltestelle Billroth unweit St. Gilgen allein ein ganzes Riff.

7. Gastropoden.

Die Bearbeitung von Zekeli ist nicht so schlecht, wie sie Reuss und Stoliczka hinstellten. Zekelis enger Artbegriff hatte das Gute, daß er sich nicht so leicht zu falschen Identifikationen verführen ließ. Heute sehen wir ein, daß es nicht die Sucht nach Neubenennungen war, die ihn leitete (wie es ihm Stoliczka vorwarf), sondern die Unmöglichkeit, damals vergleichbare Faunen zu finden. Leider sind aber gerade seine Bearbeitungen der Nerineen und Actaeonellen, die häufig und oft gehäuft auftreten, namentlich bezüglich des Vergleichs mit den französischen Formen, schwach. Bezüglich einer Verwertung der Actaeonellen, die vom Coniac bis ins Maestricht in allen möglichen Horizonten auf-

Zum Beispiel im unteren Zimmergraben.

[6] Wie das Durchstreichen des Konglomerathorizontes vom Paß Gschütt zeigt, der im Zimmergraben über dem Rudistenhorizont liegt, am Gschröpfpalfen dagegen unter dem dortigen Rudistenriff des Obersanton.

[7] Hieher dürfte nach dem Auftreten des *H. gaudryi* und dem Fehlen der bezeichnenden Obersantonrudisten auch das Krönnerriff im Lattengebirge wie alle dortigen Riffbildungen gehören, und nicht ins Obersanton, wie Klinghardt 1942 meint.

treten und eine große Variabilität zeigen, bin ich skeptisch. Bei dem derzeitigen Stande unseres Wissens ist aber keine einzige Gosauschnecke als horizontbeständig zu betrachten.

8. Belemniten.

Belemnitella hoeferi Schlb. wurde zuerst von Boué 1813 bei Grünbach gefunden. Dieser Fund wurde aber von Sedgwick & Murchison 1832 bezweifelt, so daß Boué selbst 1832 irre wurde. 1841 konnte er aber über neue Funde von Haidinger berichten. 1867 fand Schloenbach die Form bei Klaus unweit Grünbach und begründete die Art. Redtenbacher erwähnte dann 1873 mehrere Funde von Muthmannsdorf und mehreren Orten der Neuen Welt. Ich habe die Art nördlich von Grünbach, in den Basislagen der Inoceramenmergel in mehreren Stücken gefunden; im Umhüllungsgestein wurden Foraminiferen des Maestricht festgestellt, etwas über ihr fand ich *Hamites cylindraceus*. Unter dem Inoceramenmergel steht der ebenfalls dem Maestricht angehörige Orbitoidensandstein an. Leider sind die bisherigen Funde sehr spärlich und stammen alle aus der Grünbacher Mulde und der Neuen Welt; ein Fund ist mir auch aus den Nierentaler Mergeln bekannt.

Die Art ähnelt sehr der B. mucronata und ist mit ihr sicher nahe verwandt; ob sie auch eine so weite stratigraphische Verbreitung (Obercampan-Maestricht) hat, läßt sich bei der Spärlichkeit der Funde nicht feststellen.

9. Ammoniten.

Ammoniten und Inoceramen treten meistens in denselben Mergeln auf. Sie sind aber so spärlich, daß man nur in Ausnahmsfällen und nur auf kurze Erstreckungen von ihnen als Leitfossilien Gebrauch machen kann. Die Mergelhorizonte lassen sich daher nur selten sicher unterscheiden; so werden zum Beispiel als Glanegger Mergel manchmal verschiedene Horizonte bezeichnet. Findet man ein Ammonitenbruchstück, so ist man durch *Brinkmanns* Tabellen oft in der Lage, den genauen Horizont zu bestimmen.

Sonstige Fossilien haben sich nicht als verwertbar erwiesen, weder die Krebse bei Muthmannsdorf, noch die seltenen Kalkalgen. Auch die Landpflanzen und Saurier des Untercampans von Grünbach konnten dieses Alter nicht festlegen, das nur durch die unterlagernden Obersantonschichten fixiert erscheint.

III. Die Untergrenze.

Wenn wir von älteren Altersbestimmungen absehen, nahm Felix aus dem vorher widerlegten Irrtum heraus die Vertretung des Oberturons in den Gosauschichten an. Brinkmann bezweifelte diese Vertretung ohne Begründung (das Fehlen von Ammoniten allein kann keine sein), Weigel mit einer falschen. Man kann aber die Untergrenze der Gosaubildungen positiv bestimmen, da sich an ihr, oder bald darüber, fast stets fossilführende Schichten finden[8]. So bei Glanegg, Brandenberg und am Nussensee Ammonitenmergel des Unterconiac, südlich des Wolfgangsees Ammonitenmergel, bei Windischgarsten, in der Laussa, im Waaggraben und im Becken von Gosau Rudistenkalke des Oberconiac, bei Grünbach, in der Neuen Welt und in den Westkarpathen Rudistenkalke des Obersanton, am Krampen bei Neuberg und an mehreren anderen Orten Orbitoidensandsteine des unteren Maestricht. Die Gosautransgression beginnt also nicht überall gleichzeitig.

IV. Die Obergrenze.

Brinkmann schließt die Nierentaler Schichten aus der Gosauserie aus. Das ist meines Erachtens unhaltbar, denn die Gosauschichten zeigen immer eine Vertretung des Nierentaler Horizontes, aber nicht der Nierentaler Fazies. In der Neuen Welt und in der Grünbacher Mulde zum Beispiel ist der Nierentaler Horizont durch Inoceramenmergel, vielleicht auch durch Orbitoidensandstein vertreten; es ist aber sehr fraglich, ob letzterer nicht vielleicht einen Teil von Brinkmanns oberer Gosau vertritt. Erst die vorliegenden Untersuchungen zeigen, daß die Foraminiferen der Nierentaler und der Inoceramenmergel übereinstimmen, ebenso der Belemnit; sonst ist aus den Nierentalern nur noch *Pycnodonta acutirostris* bekannt.

Die Nierentaler Schichten gehören daher in die Gosauserie. Ob man das Dan dazu rechnen will oder nicht, ist dagegen gleichgültig, da es nur in Spuren erhalten ist. Obgleich ich es auch in der Neuen Welt in losen Stücken auffand, sind die bekannten Vorkommen doch so spärlich, daß ihr Anschluß an die Gosauschichten

[8] Basalkonglomerate, auch sehr mächtige, sprechen nicht dagegen, weil diese sehr rasch aus Verwitterungsschutt erzeugt werden. Dies zeigen zum Beispiel die Rudistenriffe der Neuen Welt, die stellenweise direkt auf Trias, stellenweise auf mächtigen Basalkonglomeraten aufsitzen.

keine Bedeutung hat[9]. Der Name „Liesenschichten", den Brinkmann meinen Zwieselalmschichten gab, ist hinfällig. Brinkmann gab für die Namensänderung keine Begründung, sein Schüler Weigel begründet sie 1937, S. 28, damit, daß die Zwieselalphütte nicht direkt auf diesen Schichten stehe, die Liesenhütte dagegen wohl. Abgesehen davon, daß „Alm" nicht eine Hütte, sondern ein Weidegebiet bezeichnet[10], und jenes der ehemaligen Zwieselalm auch über die so benannten Schichten reichte, wäre das Vorgehen Brinkmanns ein gefährliches Präjudiz: denn dann müßten auch so gebräuchliche Namen wie Hallstätterkalk, Reichenhaller Kalk, Oberalmschichten und viele andere geändert werden.

V. Umfang.

Die Gosauserie umfaßt mithin in der vollständigsten Entwicklung das ganze Senon. Es fehlen aber stellenweise große Teile, und zwar nicht nur durch spätere Erosion oder späteres Eingreifen der Transgression, sondern auch aus der Mitte der Schichtfolge.

[9] Obwohl auf der Zwieselalm selbst keine Diskordanz zwischen Nierentalern und Zwieselalmschichten sichtbar ist, beginnen sie doch auch hier mit sehr groben Blöcken von Kristallin, in der Neuen Welt mit Geröllen von Kristallin, Grauwacke, Werfener Schiefern und Orbitoidensandstein. Es mußten also bedeutende tektonische Bewegungen (laramische Phase) stattgefunden haben, bedeutendere als zwischen den einzelnen Abteilungen der Gosau. Ich halte daher die Zurechnung der Zwieselalmschichten zur Gosauserie für unmöglich. Weigel behauptet 1937, S. 29, daß bereits Kynaston das Danienalter der Zwieselalmschichten für wahrscheinlich gehalten habe. Es ist ihm also entgangen, daß Kynaston diese Schichten überhaupt nicht kannte, sondern ein Danienalter für die gesamten oberen Gosauschichten, die „upper series of Marls, Sandstones etc. with obscure plant-remains and worm-tracks" (S. 147) vermutet, die nach S. 132 die Züge Ressenberg-Bibereck und Hornspitze-Hennarkögel-Zwieselalm zusammensetzen, also für ältere Schichten. Das Danienalter der Zwieselalmschichten hat zuerst Spengler 1914 angenommen; erst später (1924, 1928) ist er wieder schwankend geworden. Wenn auch Glaessner 1930 das Ergebnis meiner und der von Frau Lemoine auf mein Ersuchen vorgenommenen Untersuchungen mit meiner Erlaubnis um einige Wochen früher publiziert hat (von ihm selbst stammt keine einzige der Bestimmungen, daher auch nicht die Folgerung), ändert das, zumal es sich nicht um Prioritätsfragen handelt, nichts an der Tatsache, daß der erste Nachweis des Danienalters von mir stammt (1930).

[10] Auf der Wanderkarte von Freytag & Berndt 1 : 100.000, Blatt 28 zum Beispiel wird als Zwieselalm das ganze Gebiet zwischen unterem Teufelsbachgraben, Wirtshaus Alpenrose und Vorderem Gosausee bezeichnet, die Zwieselalphütte ist gesondert vermerkt, eine Liesenhütte ist nicht eingetragen. Auf der amtlichen österreichischen Spezialkarte 1 : 75.000, Blatt Ischl-Hallstatt, findet man wohl die Zwieselalm, aber nicht die Liesenhütte; die Zwieselalm reicht über das Danien.

VI. Gliederung.

Zunächst müssen wir uns die Frage vorlegen, ob eine durchgehende Gliederung der Gosauschichten, die für alle Ablagerungen gültig wäre, überhaupt möglich ist. Alle älteren Autoren heben die Gleichartigkeit der Gosauserie in allen Gebieten hervor, auch Brinkmann bejaht sie ausdrücklich, zumindestens für das Becken von Gosau[11]. Der Versuch seines Schülers Weigel eben im Becken von Gosau ist aber mißglückt. Dessen Stöckelschichten zum Beispiel sind in seiner Fassung nicht haltbar. Sie sollen westlich am Stöckel, weiter östlich am Gschröpfpalfen auftreten. Die Schichten am Stöckel sind aber durch *Hippurites exaratus* und *Radiolites styriacus* als Oberconiac festgelegt, jene am Gschröpfpalfen durch *Hippurites boehmi, gosaviensis* und *sulcatus* als Obersanton. *Hippurites exaratus* und *Radiolites styriacus* sind aber zugleich die Leitfossilien seiner Streiteckschichten[12]. Weigel hilft sich aus diesem Dilemma, indem er die Verschiedenaltrigkeit aller dieser Rudisten bestreitet, und die Verschiedenartigkeit der Rudistenfaunen auf ökologische Unterschiede zurückführt[13]. Ich bin auf Grund eines Materials, das jenes der École des Mines, an dem Douvillé und Toucas ihre berühmten Untersuchungen anstellten, weit übertrifft, in der Lage, auch in den Ostalpen die Entwicklung der einzelnen Hippuritenlinien zu verfolgen. Dabei haben sich besonders *H. oppeli* und *H. gosaviensis* bewährt, die ganz bezeichnende Änderungen im Laufe dieser Entwicklung erlitten haben. Leider ist die Arbeit noch nicht ganz abgeschlossen und könnte wegen der Notwendigkeit zahlreicher Illustrationen auch heute kaum zum Druck kommen. Aber es ist auch für die Altersstellung beweisend, daß *Hippurites exaratus* und *Radiolites styriacus* niemals mit Rudisten anderer Stufen zusammen vorkommen (diesbezügliche Angaben wurden überprüft und durchwegs falsch befunden) und an mehreren Stellen von Mergeln mit *Mortoniceras texanum* überlagert sind (Windischgarsten, Laussa, Waaggraben), daß andererseits *Hippurites boehmi*, *gosaviensis* und *sulcatus* immer zusammen vorkommen, meistens auch mit *H. tirolicus,* daß sie häufig von Inoceramenmergeln des Untersanton unterlagert und weniger häufig von Inoceramenmergeln des Untercampan oder Süßwasserschichten überlagert sind, daß der wirkliche, breite *Hippurites oppeli* immer nur über diesen Süß-

[11] 1934 a, S. 3.

[12] Weigel 1937, S. 15, zitiert als *H. colliciatus* = *H. exaratus. Radiolites styriacus* fand ich selbst neben diesem dort.

[13] Weigel, S. 22.

wasserschichten vorkommt, im Obercampan. Es liegt also an der falschen Stratigraphie, wenn die Fossilien nicht stimmen wollen[14]. Brinkmann glaubt, leicht 15—20 Stufen innerhalb des Beckens von Gosau unterscheiden zu können[15], Weigel ist dies aber nicht einmal mit 7 gelungen.

Doch lassen sich, wie es bereits die alten Forscher taten, gewisse wenige Gruppen unterscheiden, und heute, infolge unserer besseren Fossilkenntnis schärfer fassen. Brinkmanns Ammonitenhorizonte, meine Rudistenhorizonte, die wenigen verläßlichen Angaben über Foraminiferen und Inoceramen bieten dafür genügend Handhaben.

Eine Grobgliederung in drei bis vier Gruppen kannten bereits Zittel, Zekeli, Cziczek, Bittner u. a. Auch Felix spricht im Text öfters von unteren, mittleren und oberen Gosauschichten. Würde man von Brinkmanns Bewegungsphasen absehen, so käme man zu folgender Gliederung:

Zwieselalmschichten		Dan	
Nierentaler M. Ressenschichten	Inoceramenmergel Orbitoidensandstein	Maestricht	Obere Gosau
Sandsteine und Konglomerate Mergel, z. T. brackisch. mit Kohle Riff mit *Hipp. gosaviensis, boehmi* usw.		Obersanton bis Campan	Mittlere Gosau
Mergel, Konglomerat Bank mit *H. atheniensis, gaudryi* usw. Mergel mit *Mortoniceras texanum*		Untersanton	Untere Gosau
Riff mit *H. exaratus, felixi, Radiolites styriacus* usw.		Oberconiac	
Mergel, z. T. brackisch, Konglomerate, Breccien, Sandsteine		Unterconiac	

Selbst diese Grobgliederung erfährt allerlei Modifikationen, die aber stets für eine räumlich zusammenhängende Gruppe von Gosauvorkommen gelten. Ich benenne solche Gruppen nach dem zunächstliegenden Fluß. Die Salzachausbildung (Untersberg, Lattengebirge usw.) ist gekennzeichnet durch das mächtig entwickelte Rudistenriff des Untersanton (Wolfschwang), das nur noch in den mittel- und südsteirischen Vorkommen ähnlich mächtig

[14] Ich muß hier bemerken, daß Weigel neben von mir bestimmten Rudisten auch selbst, und zwar falsch bestimmte anführt, daß ich also für seine Fossillisten nicht verantwortlich bin.

[15] 1934 a, S. 3.

ist, ferner durch das Fehlen der Untercampanregression, die sich bei fast allen anderen Vorkommen durch brackischen Einschlag oder durch Süßwasserbildungen zeigt. Die Traunausbildung (Becken von Gosau, Wolfgangsee usw.) ist gekennzeichnet durch das mächtige Riff des Oberconiac, vollständige Ausbildung der ganzen Serie mit Regression des Untercampans, Ausbildung des Maestricht in Ressensandsteinen und Nierentalern. Die Ennsausbildung (Windischgarsten, Laussa, Waaggraben usw.) zeigt das Riff des Oberconiac, Mergel des Untersanton, dann aber Fehlen der Mittelgosau, darüber Obergosau mit Konglomeraten und Nierentalern. Die Piestingausbildung zeigt das Obersantonriff und die Süßwasserphase des Untercampans stark ausgeprägt, das Maestricht ist durch Orbitoidensandstein und Inoceramenmergel vertreten. Ob hier untere Gosau überhaupt vertreten ist, läßt sich vorläufig noch nicht entscheiden; vielleicht reichte sie nicht so weit nach Osten, denn in den Westkarpathen fehlt sie[16], ebenso wie in der Grünbacher Mulde und in der Neuen Welt, wo die Gosautransgression mit dem Rudistenriff des Obersanton beginnt. Andererseits bestimmte Brinkmann drei Ammoniten des Coniac und Untersanton aus dem Scharrergraben und von Unter-Piesting, und ich fand in der Sammlung des Naturhistorischen Museums in Wien zwei Exemplare von *Hippurites exaratus* mit der Fundortsangabe „Piesting". Es scheint also möglich, daß am Ostende des Piestingbeckens, in dem zusammenhängenden, aber wenig aufgeschlossenen Gebiet von Unter-Piesting-Scharrergraben auch untere Gosau vertreten ist. Jedenfalls hat aber hier die Transgression der mittleren Gosau einen größeren Umfang angenommen als in allen anderen Gosaugebieten.

VII. Tektonik.

Die vorgosauische Bewegung ist zwar schon lange bekannt, wurde aber noch nicht genauer eingestuft, schon wegen des Mangels verwertbarer Ablagerungen. Daher konnte Loegters für die Weyerer Bögen, in denen Cenoman vorhanden ist, eine vorcenomane und eine starke nachcenomane Phase unterscheiden.

Daß Bewegungen auch während der Gosauzeit stattfanden, habe ich schon wiederholt betont, ebenso, daß sie räumlich wechselten, also nicht im ganzen Ostalpenraum einheitlich waren. Namentlich im Gebiete der Böhmischen Masse, die damals viel

[16] Vgl. Kühn und Andrusov 1942.

weiter nach Süden reichte[17], traten Abweichungen auf, die mit dem Widerstand dieser relativ starren Masse gegenüber der Abwärtsbewegung der nordalpinen Saumtiefe zusammenhingen[18]. Demgemäß treffen wir gerade hier die merkwürdige Erscheinung, daß die mittlere Gosau, sonst das auffallendste Glied der ganzen Serie, fehlt[19].

Des ungleichen Beginnes der Gosautransgression wurde bereits gedacht. Er zeigt, daß sie in ein bewegtes Relief erfolgte, dessen Hohlräume mit Verwitterungsschutt erfüllt waren. Eine allgemeinere Verbreitung einer „Wernigeröder Phase" ist aber nicht zu beweisen. Die Konglomerate zwischen unterer und mittlerer Gosau stammen im Becken von Gosau aus der nächsten Umgebung, sind außerdem recht ungleich entwickelt, meistens als dünne Decke, stellenweise mächtig, stellenweise fehlend. Sie können also ebenso gut von Flüssen stammen, die während einer kurzen Regression dem Rückzug des Meeres nach Norden folgten. In der Piestingausbildung bleibt die untere Gosau (wenn überhaupt vorhanden) weit im Osten zurück, die Transgression der Mittelgosau schreitet weit nach Westen, durch die ganze Neue Welt und die Grünbacher Mulde vor, überall Rudistenriffe über nacktem Fels oder seltener über den Schuttmassen als Zeugen der vorschreitenden Bewegung zurücklassend. Eine allgemeine Winkeldiskordanz ist nirgends festzustellen. Eine vereinzelte Differenz im Becken von Gosau dürfte wohl lokale Störungen als Ursache haben. So bleibt die Bewegung zwischen Unter- und Mittelgosau auf den Raum zwischen Windischgarsten und der Enns beschränkt, wo sicher ein Stillstand gegenüber der allgemeinen Abwärtsbewegung der alpinen Saumtiefe erfolgte. Daß diese Bewegung eine eustatische Meeresbewegung war, bezweifle ich nämlich. Denn die zentralalpinen Gosauvorkommen (Kainach, St. Johann am Bachern, Windischgrätz) beginnen mit dem Untersanton und zeigen mit dem Obersanton keine Spur einer Bewegung, vor allem keine Rudistenriffe, Kon-

[17] Diese weitere Erstreckung der Böhmischen Masse macht sich bereits in der Sedimentation des Jura und noch mehr der Unterkreide bemerkbar. Das „Fenster von Windischgarsten" beruht auf der Fehldeutung dieser randalpinen Fazies. Vgl. Brinkmann 1936 und Kühn 1939.

[18] Cornelius hat 1939, S. 81 meine Annahme, daß die Gosautransgressionen mehr auf Abwärtsbewegungen der nordalpinen Saumtiefe und Lokalbewegungen als auf eustatischen Meeresbewegungen beruhen, bezweifelt. Ich habe es aber nicht in jener allgemeinen Form ausgesprochen, die er ihr gibt, und daneben das Vorkommen einer oder zweier eustatischer Bewegungen nicht bestritten.

[19] Zwischen unterer und oberer Gosau ist hier auch eine Winkeldiskordanz aufgeschlossen, die aber auf die Ennsausbildung beschränkt zu sein scheint.

glomerate oder Aufarbeitungsspuren. Dagegen wurden in diesem Zeitabschnitt große Gebiete, wie die Westkarpathen[20] und das nördliche Anatolien[21], vom Meere erreicht. Das sind aber alles Gebiete der alpinen Entwicklung, in der nördlichen Ausbildung zeigt sich keine Änderung des Meeresspiegels. Das spricht wohl eher für eine räumlich begrenzte Bodenbewegung als für eine eustatische.

Die Regression des Untercampans betrachtet Brinkmann, 1934, S. 6, als eine allgemeine Phase. Sie ist im Brandenberger Tale und in der Grünbacher Mulde sehr ausgeprägt, im Gosau- und St.-Wolfgang-Becken sowie in der Neuen Welt nur schwach, am Untersberg und im Lattengebirge überhaupt nicht ausgebildet. Auch hier zeigt sich also die lokale Bedeutung der Bewegung.

Eine wirklich verbreitete Bewegung größeren Ausmaßes muß sich zwischen mittlerer und oberer Gosau, zwischen Campan und Maestricht abgespielt haben. Die obere Gosau (in meiner Fassung) beginnt fast überall mit Breccien oder Konglomeraten, die oft Quarz, Sand, Glimmer, selbst Kohlengerölle, vorwiegend freilich Material der nächsten Umgebung führen. Nach Petraschek, 1941, S. 10, sind aber selbst die Kohlebrocken kein Beweis für eine Diskordanz, da schon leichte Randdiskordanzen zu ihrer Entstehung genügen; Petraschek verweist diesbezüglich auch auf eine reiche Karbonliteratur. Man kommt also wieder mit einer Regression, die aus der Umgebung Flußschotter herbeigeführt hat, und nachfolgender Transgression aus. Diese war weiter verbreitet als die anfängliche Gosautransgression, denn wir finden ihre Ablagerungen oft weit entfernt von der mittleren, direkt über Trias. Auch hier ist die Unterlage erodiert, oft tiefgründig verwittert[22], so daß die Annahme, daß dort etwa erst kurz vor der Transgression ältere Gosauschichten entfernt wurden, unhaltbar ist. Dagegen zeigt sich diese Transgression auch in Epikontinentalgebieten und besonders schön am Ostrande der afrikanischen Masse[23].

Wir kommen also zu den Schluß, daß allgemeine Gebirgsbildungsphasen während der Gosauzeit, ungeachtet beschränkter Bewegungen, nicht bewiesen sind. Wenn auch ihre Möglichkeit nicht abzustreiten ist, soll doch bis zur Erbringung des Beweises die einfachere Annahme einer stufenweisen, von kurzen Regressionsphasen unterbrochenen Transgression gelten. Diese Transgression dürfte auf einem eustatischen Ansteigen des Meeres-

[20] Vgl. Kühn und Andrusov 1942.
[21] Vgl. Kühn 1933.
[22] Cornelius 1939, S. 79.
[23] Kühn 1937.

spiegels beruhen, aber durch lokale Bewegungen, vor allem durch das ungleiche Sinken der nordalpinen Saumtiefe, stark modifiziert sein.

Es zeigt sich, daß das Areal des Meeres mit jeder Stufe der Transgression erweitert wird. Im Maestricht dürften in Anbetracht der ziemlich gleichmäßigen Ausbildung der Sedimente, unten mehr sandig (Ressensandstein, Orbitoidensandstein), oben vorwiegend mergelig (Nierentaler, Inoceramenmergel, Zementmergel von Lilienfeld usw.), und ihrer Feinkörnigkeit im Bereiche der ganzen nördlichen Kalkalpen diese fast ganz vom Meere bedeckt gewesen sein. Auch die Sedimente und Fossilien des Oberkreideflysch und der helvetischen Oberkreide stimmen weitgehend mit jenen der obersten Gosau überein und deuten auf dieselbe gleichmäßige Überdeckung.

Erst die laramische Phase, auf die Spengler, 1927, und Loegters hingewiesen haben, erscheint angesichts der vollständig geänderten Sedimentation, vor allem der plötzlich auftretenden kristallin-phyllitischen Gerölle und der dadurch angezeigten großen Änderungen des Hinterlandes gesichert.

Mit der im vorhergehenden vertretenen Auffassung einer diskontinuierlich fortschreitenden Transgression möchte ich aber nicht einer Rückkehr zu der alten Fjordtheorie das Wort reden. Von engen Tälern, die etwa den heutigen Gosaubecken entsprächen, kann keine Rede sein. Der größte Teil des Gosaumeeres lag am Außenrande der Gosaualpen und drang zur Coniaczeit zunächst selbstverständlich in deren Hohlformen ein, bis es zur mittleren und oberen Gosauzeit auch die höheren Teile überflutete. Nun fragte es sich, ob die Gosau in den Gosaubecken, die heute sicher tektonisch umrandet und eingesenkt sind, erhalten blieb, weil sie eingefaltet oder eingesenkt wurde, oder ob sie, als nachgiebiger eingefaltet, überfahren und eingesenkt wurden, weil die weicheren und beweglicheren Gosauschichten darinlagen. Eher scheint das letztere der Fall zu sein. Es ist jedenfalls auffallend, daß zwar die spröderen Orbitoidensandsteine und die Nierentaler allein weit über die sonstigen Gosaubildungen hinausgreifen, aber nicht die Schichten der unteren Gosau. Kein einziges Untergosauvorkommen liegt außerhalb der alten Becken, die natürlich viel breiter waren als die heutigen, so daß etwa das Salzachbecken alle Vorkommen der nächsten Umgebung Salzburgs sowie Untersberg und Lattengebirge, wahrscheinlich auch noch den Staufen umfaßte. Das heißt aber, daß diese alten Gosaubecken bereits vorgosauisch angelegt waren und, da sie um die großen Quertäler lagen, auch diese.

Wie schon Spengler 1912, 1914 und 1924 festgestellt hat, hat die Umgrenzung der heutigen Gosaubecken mit diesen ursprünglichen natürlich nichts zu tun; sie sind durch die tertiäre Gebirgsbildung, durch die jüngeren Bruchphasen verkleinert, zerrissen und gründlich verändert. Aber die Sprunghöhen der Randbrüche sind in keinem Falle bedeutend und, wenn man bloß Unter- und Mittelgosau zusammenzieht, kann man zu einer ungefähren Lagebestimmung dieser größeren, vorgosauisch angelegten Becken kommen.

VIII. Klima der Gosauzeit und Bauxitbildung.

Kerner hat 1934 den Versuch gemacht, das Klima der Gosauzeit zu analysieren. Er geht von der Auffassung aus, daß Grünbacher Flora (die anderen Gosaufloren sind noch nicht untersucht), Verkarstung der Transgressionsfläche, Bauxitbildung, Entstehung von Windkantern, Auftreten von Korallen, Rudisten und Inoceramen gleichzeitige Erscheinungen waren. Das ist aber nicht der Fall. Abgesehen davon, daß die Windkanternatur der „exotischen Gerölle" überhaupt umstritten ist, stammen diese wahrscheinlich, und die Bauxite sicher, aus einer vorgosauischen Periode. Bei der Bewertung der Bauxite als Klimazeugen ist besondere Vorsicht am Platze. Man betrachtet zwar heute noch die zirkummediterranen Bauxite allgemein als Kalkbauxite, d. h. als Umwandlungsprodukte von Kalkrückständen (Terra-Rossa). Ich habe aber 1933 nachgewiesen, daß dies zumindestens für einen Teil von ihnen nicht zutrifft, und es wird mir nach neueren Untersuchungen immer wahrscheinlicher, daß es überhaupt keine Kalkbauxite gibt. Die Bauxitbildung besteht aus zwei Vorgängen, der chemischen Verwitterung (wahrscheinlich Propylitisierung) eines Eruptivgesteins und der Metamorphose des Verwitterungsproduktes (Druckmetamorphose mit Mineralumbildung, Anchimetamorphose nach Harrassowitz). Beide dürften kaum an ein bestimmtes Klima gebunden sein. Daß das Klima dieser Vorgänge nicht wesentlich verschieden von jenem der Gosauzeit war, beweisen Fossilfunde im Bauxit von Montenegro und der Laussa; die ersten wurden auf mein Ersuchen von Dr. Käufel als Steinkerne von Clausiliden, die letzteren von mir als Steinkerne von *Glauconia cf. renauxiana* d'Orb. und von *Pyrgulifera cf. pichleri* Hoernes bestimmt. Da sie z. T. verdrückt und in der Schieferungsfläche gestreckt waren, bewiesen sie auch, daß der Bauxit vor der Metamorphose, also als Verwitterungsprodukt, umgelagert wurde. Eine

solche Umlagerung wurde ja auch an den Bauxitlagerstätten des Urals festgestellt.

Rudisten kommen häufig zusammen mit Riffkorallen vor, sie stellten also ähnliche Lebensansprüche; dagegen schließen sich diese Gruppen und Inoceramen gegenseitig aus, welch letztere wieder oft mit Ammoniten zusammen auftreten. Auf ein kühleres Klima darf man nach Inoceramen nicht schließen; in letzter Zeit wurden genug Inoceramen aus streng tropischen Gebieten bekannt. Für den Ausschluß von Inoceramen und Rudisten waren also andere fazielle Ursachen maßgebend; dies ist von Bedeutung, weil oft Inoceramenmergel direkt über Rudistenbänken folgen. Das Fehlen von Riffkorallen und Rudisten in der oberen Gosau ist nicht verwunderlich, treten doch hier nur Gesteine auf, in denen auch in tieferen Horizonten diese Gruppen fehlen.

Die Verkarstung der Transgressionsfläche dürfte vorgosauisch erfolgt sein, selbst wenn erst die obere Gosau darüber transgrediert. Aber selbst in verkarsteten Ländern liegen auf wasserundurchlässigem Gestein Inseln, mitunter nur schmale, mit feuchtigkeitsliebender Flora, wie man in Jugoslawien oft sehen kann; ich denke etwa an das Vinodol oder das Tal der Rijeka auf Krk. Auffallend ist auch der rasche, im Gelände trotzdem kaum wahrnehmbare Übergang der Flora zwischen Mostar und Dubrovnik, bei dem z. B. im Landschaftsbild an Stelle der Pappel die Zypresse tritt. So ist auch das widerspruchsvolle Zeugnis der Grünbacher Flora nicht zu überschätzen. Ausgesprochene Glaukonitsande, auf die sich Kerner S. 273 beruft, fehlen in der Gosau überhaupt; was man bei Windischgarsten dafür hielt, ist sicher Unterkreide. Die Inoceramenmergel haben nur einen geringen Glaukonitgehalt.

So scheiden von Kerners Klimazeugen die meisten aus, und es spricht gar nichts gegen ein ziemlich gleichmäßiges Tropenklima während der Gosauzeit, wie es die Riffkorallen und der größte Teil der Grünbacher Flora fordern. Eine gewisse Klimaänderung mag die weitgehende Überflutung des ganzen Landes, vielleicht selbst des Rückens zwischen Gosau- und Flyschbecken zur oberen Gosauzeit verursacht haben.

Zusammenfassung.

1. Es gibt keine allgemeine, für alle Gosauvorkommen gültige Schichtfolge der Gosauserie.

2. Die Nierentaler Schichten sind, wie das ganze Maestricht, zur Gosauserie zu ziehen.

3. Eine allgemeine Grobgliederung in untere, mittlere und obere Gosau ist möglich. Brinkmanns obere Gosau ist mit den Nierentalern zu vereinigen; sie entspricht wahrscheinlich dem Orbitoidensandstein der östlichen Vorkommen.

4. Nach Vertretung und Ausbildung der einzelnen Abteilungen können Ausbildungstypen der gesamten Gosauserie unterschieden werden, die paläogeographische und tektonische Bedeutung haben.

5. Als Leitniveaus wurden 4 Rudistenhorizonte verwendet, von denen der unterste mit Hippurites exaratus und Radiolites styriacus das Oberconiac, der zweite mit Hippurites atheniensis das Untersanton, der dritte mit Hippurites boehmi, gosaviensis und sulcatus das Obersanton und der höchste mit Hippurites oppeli das Campan bezeichnet.

6. Innergosauische, für die ganzen nördlichen Kalkalpen gültige Gebirgsbildungsphasen sind nicht bewiesen. An der Wende von Unter- zu Mittelgosau erfolgte eine Transgression, die in der Piestingausbildung besondere Ausdehnung annahm; außerdem fand eine lokale Bodenbewegung im Bereiche der Ennsausbildung statt. An der Wende von Mittel- zu Obergosau fand ebenfalls eine Transgression statt, die weit über die alten Becken hinausgriff und den größten Teil der Gosaualpen unter Wasser setzte.

7. Die alten Becken der Untergosau waren wesentlich weiter als die heutigen, sie umfaßten wahrscheinlich alle Vorkommen eines Ausbildungstypus und gehen auf vorgosauische Anlagen zurück. Sie sind durch die tertiäre Gebirgsbildung und spätere Bruchtektonik zerstückelt und weiter eingesenkt worden.

Literatur.

Ampferer, O., Geologische Untersuchungen über die exotischen Gerölle und die Tektonik niederösterreichischer Gosauablagerungen. Denkschr. Akad. Wiss., m.-nat. Kl., 96, 1—56. Wien 1918.

Bittner, A., Die geologischen Verhältnisse des Gebietes. In: Naturgeschichte von Hernstein, S. 1—174. Wien 1878.

Brinkmann, R., Zur Schichtfolge und Lagerung der Gosau in den nördlichen Ostalpen. S. B. Preuss. Akad. Wiss., ph.-m. Kl., 27, 1—8. Berlin 1934.

— Die Ammoniten der Gosau und des Flysch in den nördlichen Ostalpen. Mitt. geol. Staatsinst., 15, 1—14. Hamburg 1935.

— Bericht über vergleichende Untersuchungen in den Gosaubecken der östlichen Nordalpen. S. B. Akad. Wiss., m.-nat. Kl., 144, 145—149. Wien 1935.

— Über Fenster von Flysch in den nordöstlichen Kalkalpen. S. B. Preuss. Akad. Wiss.. ph.-m. Kl., 31, 436—445. Berlin 1936.

Cornelius, H. P., Zur Schichtfolge und Tektonik der Mürztaler Kalkalpen. Jahrb. geol. Bundesanst., 89, 27—175, Taf. 1—4. Wien 1939.

Felix, J., Studien über die Schichten der oberen Kreideformation in den Alpen und den Mediterrangebieten. II. Die Kreideschichten bei Gosau. Palaeontographica, 54, 251—343, Taf. 25/26. Stuttgart 1908.
Kerner-Marilaun, F., Das Klimazeugnis der Gosauformation. S. B. Akad. Wiss., m.-nat. Kl., 143, 267—284. Wien 1934.
Klinghardt, F., Das Krönner-Riff im Lattengebirge. Mitt. geol. Ges., 35, 179—213, Taf. 1—5. Wien 1942.
Kühn, O., Das Danien der äußeren Klippenzone bei Wien. Geol. u. pal. Abh., N. F., 17, Heft 5. 84 S., 2 Taf. Jena 1930.
— Rudistae. Fossilium Catalogus, 54. 200 S. Berlin 1932.
— Geologischer Teil. In: Dittler, E. und Kühn, O., Die Genesis der Sanntaler Bauxite. Chemie der Erde, 8, 462—495, Taf. 5. Jena 1933.
— Rudistenfauna und Kreideentwicklung in Anatolien. Neues Jahrb. f. Min. usw., Beil.-Bd. 70, 227—250, Taf. 9/10. Stuttgart 1933.
— Rudistenfauna und Oberkreideentwicklung in Iran und Arabien. Ibid., Beil.-Bd. 78 B, 268—284. Stuttgart 1937.
— Rudisten aus Griechenland. Ibid., Beil.-Bd. 89 B, 167—194, Taf. 27. (2. Korrektur erledigt 1. XI. 1944.)
— Die borealen Rudistenfaunen. Ibid. (1. Korrektur erledigt 28. XI. 1944.)
— Exkursionen im Gebiete des „Fensters“ von Windischgarsten. Mitt. geol. Ges., 30/31, 259—260. Wien 1939.
Kühn, O. und Andrusov, D., Rudistenfauna und Kreideentwicklung in den Westkarpathen. Neues Jahrb. f. Min. usw., Beil.-Bd. 86 B, 450—480, Taf. 28—30. Stuttgart 1942.
Kühn, O. und Zinke, G., Die helvetische Kreide von Mattsee. Ibid., Beil.-Bd. 81 B, 327—346, Taf. 11. Stuttgart 1939.
Kynaston, H., On the stratigraphical, lithological and palaeontological features of the Gosau beds of the Gosau district in the Austrian Salzkammergut. Quart. Journ. Geol. Soc., 50, 120—151. London 1894.
Loegters, W., Oberkreide und Tektonik in den Kalkalpen der unteren Enns. Mitt. geol. Staatsinst., 16, 85—116, 1 Taf. Hamburg 1937.
Petrascheck, W., Über Inoceramen aus der Gosau und dem Flysch der Nordalpen. Jahrb. geol. Reichsanst., 56, 155—168, Taf. 6. Wien 1906.
— Die Gosau der „Neuen Welt“ bei Wiener-Neustadt, ein Steinkohlenschurfgebiet der Ostmark. Berg- u. Hüttenmänn. Monatsh., 89, 9—16. Wien 1941.
Spengler, E., Über die von H. Stille in der nördlichen Kalkzone der Ostalpen unterschiedenen Gebirgsbildungsphasen. Centralbl. f. Min. usw., B. 138—148. Stuttgart 1927.
Weigel, O., Stratigraphie und Tektonik des Beckens von Gosau. Jahrb. geol. Bundesanst., 87, 11—40, Taf. 2. Wien 1937.